

특 1999-0054210

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> (11) 공개번호 특 1999-0054210  
H01L 21/66 (43) 공개일자 1999년 07월 15일

(21) 출원번호 10-1997-0074014  
(22) 출원일자 1997년 12월 26일  
(71) 출원인 삼성전자 주식회사 윤증용  
경기도 수원시 팔달구 매탄3동 416  
(72) 발명자 전용민  
경기도 평택시 송탄지역 지산동 1135 아주1차아파트 102-912  
(74) 대리인 임평섭, 정현영, 최재희

심사청구 : 있음

(54) 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법

요약

본 발명은 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법에 관한 것으로, 본 발명에서는 호스트에 소정의 연산 기능을 갖는 연산 모듈을 구비하여 이에 적절한 연산 법칙을 부여한 후, 이를 통해, 계속 데이터의 정확한 분석이 이루어지도록 함으로써, 첫째, 예측하지 못한 공정사고를 미연에 방지할 수 있고, 둘째, 데이터 분석의 일관성을 달성할 수 있으며, 셋째, 작업자의 업무 부담을 현저히 저감시킬 수 있다.

도표도

도 1

도 2

도면의 간단한 설명

- 도 1은 종래의 반도체 제조용 증착설비의 배치형상을 개략적으로 도시한 개념도.
- 도 2는 종래의 반도체 제조용 증착설비의 구조를 개략적으로 도시한 단면도.
- 도 3은 종래의 로트의 투입위치별 막두께 분포를 개략적으로 도시한 그래프도.
- 도 4는 종래의 로트의 배치 단위별 평균 막두께 분포를 개략적으로 도시한 그래프도.
- 도 5는 본 발명을 구현하기 위한 반도체 제조용 증착설비의 배치형상을 개략적으로 도시한 개념도.
- 도 6은 본 발명에 따른 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법을 순차적으로 도시한 순서도.
- 도 7은 본 발명에 따른 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법의 제 2 단계를 순차적으로 도시한 순서도.
- 도 8은 본 발명에 따른 로트의 투입위치별 막두께 분포를 개략적으로 도시한 그래프도.
- 도 9는 본 발명에 따른 로트의 배치 단위별 평균 막두께 분포를 개략적으로 도시한 그래프도.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법에 관한 것으로, 좀더 상세하게는 호스트에 소정의 연산모듈을 구비하고, 이를 통해, 신속·정확한 계속 데이터 분석이 이루어지도록 함으로써, 예측하지 못한 공정사고 발생을 미연에 방지할 수 있도록 하는 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법에 관한 것이다.

일반적인 반도체 소자는 그 제조에 고도의 정밀성이 요구되며, 이에 따라, 통상의 반도체 생산라인에서는 정밀가공이 가능한 고기능의 설비를 배치하여 대부분의 반도체 소자 제조공정을 수행하고 있다.

이때, 작업자는 각 설비의 동작상황을 면밀히 관찰함으로써, 라인 작업 효율의 향상을 꾀하고 있다.

도 1은 이러한 기능을 수행하는 종래의 반도체 제조용 증착설비의 배치형상을 개략적으로 도시한 개념도이고, 도 2는 종래의 반도체 제조용 증착설비의 구조를 개략적으로 도시한 단면도이다. 또한, 도 3은 종래의 로트의 투입위치별 막두께 분포를 개략적으로 도시한 그래프도이고, 도 4는 종래의 로트의 배치 단

위별 평균 막두께 분포를 개략적으로 도시한 그래프이다.

도 1에 도시된 바와 같이, 생산라인내에는 막증착 공정을 실행하는 증착설비(3)가 배치되며, 이러한 증착설비(3)에는 로트(10)가 투입되어 적절한 증착공정이 수행된다.

여기서, 증착설비(3)는 증착설비 서버(5)를 통해 호스트(1)와 온라인으로 연결되며, 이러한 호스트(1)는 O/I PC(Operator PC:2)와 온라인으로 연결된다. 이때, 작업자는 O/I PC(2)를 통해 호스트(1)로 적절한 공정조건, 예컨대, 증착시간, 증착온도 등을 설정·입력하는 바, 이와 같이 입력된 공정조건은 호스트(1) 및 증착설비 서버(5)를 통해 증착설비(3)로 신속히 다운로드됨으로써, 증착설비(3)가 로트(10)에 양호한 두께의 증착막을 형성시킬 수 있도록 한다.

한편, 상술한 증착설비(3)를 통해 일정 두께의 막이 증착된 로트(10)는 생산라인 내에 배치된 계속설비(4)로 투입되어 막증착 결과를 적절히 계속받는다.

이때, 계속설비(4)는 계속된 결과 데이터를 계속설비 서버(6)를 통해 호스트(1)로 신속히 업로드하고, 호스트(1)는 O/I PC(2)를 통해 이를 즉시 디스플레이함으로써, 후술하는 작업자 확인과정을 통해 증착설비(3)의 공정조건이 적절한 값으로 재 설정될 수 있도록 보조한다.

이때, 도 2에 도시된 바와 같이, 통상 증착설비(3)는 보트(101) 내에 다수개, 예컨대, 6개의 로트(10)를 한 개의 배치단위(Batch unit)로 묶어 한꺼번에 투입한 후 금속막, 산화막 등의 반도체 막을 증착한다. 이러한 경우, 증착설비(3)는 외기의 영향에 따라 그 상부B 및 하부C가 중앙부A보다 낮은 온도분포를 나타냄으로써, 도 3에 도시된 바와 같이, 투입된 로트(10)들이 그 투입위치에 따라, 상이한 막두께 분포를 갖게되는 결과를 유발한다.

또한, 증착설비(3)는 작업자에 의해 증착시간을 설정받은 후 투입되는 배치단위의 로트(10)에 막증착 공정을 진행하는 바, 이러한 경우, 증착설비(3)는 설정된 증착시간의 차이에 따라 형성되는 평균 막두께에 많은 차이를 나타내고, 그 결과, 도 4에 도시된 바와 같이, 증착공정을 종료한 로트(10)들은 투입된 배치단위별로 서로 상이한 평균 막두께 분포를 갖게된다.

따라서, 작업자는 각 배치단위의 증착공정이 정상적으로 진행될 수 있도록 이전 배치단위의 공정이 종료되는 즉시 O/I PC에 디스플레이되는 계속 결과 데이터를 자신의 경험에 의해 신속히 분석한다.

이 후, 작업자는 이러한 분석 결과를 토대로 적절한 증착시간, 증착온도 등을 재 설정하고, 재 설정된 증착시간을 통해 배치단위별 평균 막두께 차이를 조절함과 아울러, 재 설정된 증착온도를 통해 로트의 투입위치별 막두께 차이를 조절함으로써, 상술한 막두께 분포의 불균형을 최소화 하고 있다.

#### 발명이 이루고자하는 기술적 과제

그러나, 이러한 종래의 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법에는 몇 가지 중대한 문제점이 있다.

첫째, 종래의 경우, 막두께 분포의 불균형은 단지 작업자의 경험에 의존한 계속 데이터 분석에 의해 극복되는 바, 이때, 만약 작업자의 실수로 데이터 분석에 착오가 유발되면, 커다란 공정사고가 발생할 수 있다.

둘째, 이러한 계속 데이터의 분석은 작업자별로 그 결과값이 서로 다른 바, 이에 따라, 데이터 분석의 일관성이 결여됨으로써, 제품의 생산관리가 매우 어려워 진다.

셋째, 이러한 데이터 분석은 숙련된 작업자가 아니면 그 진행이 매우 어려운 바, 이에 따라, 한 명의 작업자에게 과중한 업무가 집중될 수 있다.

따라서, 본 발명의 목적은 호스트에 소정의 연산 기능을 갖는 연산 모듈을 구비하여 이에 적절한 연산 방법을 부여한 후, 이를 통해, 계속 데이터의 정확한 분석이 이루어지도록 함으로써, 예측하지 못한 공정사고를 미연에 방지할 수 있도록 하는 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법을 제공함에 있다.

본 발명의 다른 목적은 상술한 호스트를 통해 계속 데이터의 자동화된 분석을 이용함으로써, 작업자를 통한 데이터 분석을 배제하고, 이에 따라, 데이터 분석의 일관성을 달성함과 아울러 작업자의 업무 부담을 저감시킬 수 있도록 하는 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법을 제공함에 있다.

#### 발명의 구성 및 작용

상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은 배치단위로 투입되어 증착공정이 종료된 제 1 로트들의 막두께 계속 데이터를 수신받고, 상기 증착공정에 설정된 공정 조건 데이터를 써치하는 단계와; 상기 막두께 계속 데이터 및 상기 공정 조건 데이터를 근거로 소정의 보정 증착시간 및 보정 증착온도를 산출하는 단계와; 상기 보정 증착시간 및 상기 보정 증착온도가 스펙내에 있는가의 여부를 판단하는 단계와; 상기 보정 증착시간 및 상기 보정 증착온도가 스펙내에 있으면, 차기 증착공정이 진행될 제 2 로트들의 투입 신호가 입력되었는가의 여부를 판단하는 단계와; 상기 제 2 로트들의 투입 신호가 입력되지 않았으면, 상기 공정 조건 데이터를 써치하는 단계로 진행하고, 상기 제 2 로트들의 투입 신호가 입력되었으면, 상기 보정 증착시간 및 상기 보정 증착온도를 디스플레이하는 단계와; 소정의 작업자 수정 명령이 입력되었는가의 여부를 판단하는 단계와; 상기 작업자 수정 명령이 입력되었으면, 소정의 작업자 수정 데이터를 입력 받은 후, 상기 작업자 수정 데이터를 상기 증착설비로 다운로드하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

바람직하게, 상기 보정 증착시간 및 상기 보정 증착온도가 스펙내에 있는가의 여부를 판단한 결과, 상기 보정 증착시간 및 상기 보정 증착온도가 스펙내에 없으면, 상기 증착공정을 홀드하고 소정의 작업자 조치를 수행하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

바람직하게, 상기 작업자 수정 명령이 입력되었는가의 여부를 판단한 결과, 상기 작업자 수정 명령이 입력되지 않았으면, 상기 보정 증착시간 및 상기 보정 증착온도를 증착설비로 다운로드하는 단계를 더 포함

하는 것을 특징으로 한다.

바람직하게, 상기 보정 증착시간 및 상기 보정 증착온도를 산출하는 단계는, 상기 막두께 계속 데이터를 가공한 후, 상기 막두께 계속 데이터의 평균값이 소정의 목표값과 일치하는가의 여부를 판단하는 단계와; 상기 막두께 계속 데이터의 평균값이 상기 목표값과 일치하지 않으면 소정의 제 1 계산식을 통해 상기 보정 증착시간을 산출하는 단계와; 상기 막두께 계속 데이터 중 상기 증착설비의 소정부에 투입된 상기 제 1 로트들로부터 취득한 데이터의 값이 스펙내에 있는가의 여부를 판단하는 단계와; 상기 제 1 로트들로부터 취득한 데이터의 값이 스펙내에 없으면 소정의 제 2 계산식을 통해 상기 보정 증착온도를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

바람직하게, 상기 제 1 로트들로부터 취득한 데이터의 값이 스펙내에 있으면, 상기 공정 조건 데이터를 유지·저장하는 단계가 더 포함되는 것을 특징으로 한다.

바람직하게, 상기 막두께 계속 데이터의 평균값이 상기 목표값과 일치하면 상기 제 1 로트들로부터 취득한 데이터의 값이 스펙내에 있는가의 여부를 판단하는 단계로 진행하는 것을 특징으로 한다.

바람직하게, 상기 제 1 계산식은 하기와 같은 것을 특징으로 한다.

$$DT = DT1S\alpha + DT2S(1-\alpha)$$

(여기서,  $DT$ 는 보정 증착시간,  $DT1$ 은 제 1 로트들의 목표 증착시간,  $DT2$ 는 이전 공정의 증착시간,  $\alpha$ 는 신뢰 가중치)

바람직하게, 상기  $DT1$ 은 하기와 같은 것을 특징으로 한다.

$$DT1 = DT3 - \frac{(1-\alpha)}{DR1}$$

(여기서,  $DT3$ 는 제 1 로트들의 실 진행 증착시간,  $\alpha$ 는 증착설비의 중앙부에 투입된 제 1 로트들의 평균 막두께,  $\alpha$ 는 제 1 로트들의 목표 막두께,  $DR1$ 은 제 1 로트들의 증착속도 상수)

바람직하게, 상기 제 2 계산식은 하기와 같은 것을 특징으로 한다.

$$DX = DX1q \times DX2$$

(여기서,  $DX$ 는 보정 증착온도,  $DX1$ 은 증착설비의 소정부에 투입된 제 1 로트들에 진행된 증착온도,  $\times DX2$ 는 보정 증착온도 변위)

바람직하게, 상기  $\times DX2$ 는 하기와 같은 것을 특징으로 한다.

$$\times DX2 = \times/3 / (DR2qM)$$

(여기서,  $\times/3$ 는 증착설비의 중앙부 및 증착설비의 소정부에 투입된 제 1 로트들의 막두께 차,  $DR2$ 는 각 배치의 1℃당 막 증착속도,  $M$ 은  $DR2$ 의 변화 기울기)

바람직하게, 상기  $M$ 은 하기와 같은 것을 특징으로 한다.

$$M = \frac{Q \cdot m(i)}{n}$$

(여기서,  $m$ 은 각 배치간의 온도변화 및 두께변화의 비,  $n$ 은 제 1 로트들을 갖는 배치의 차수)

바람직하게, 상기  $DR2$ 는 하기와 같은 것을 특징으로 한다.

$$DR2 = \Delta t / \Delta x$$

(여기서,  $\Delta t$ 는 각 배치간의 막두께 변화량 누적총합,  $\Delta x$ 는 각 배치간의 증착온도 변화량 누적총합)

이에 따라, 본 발명에서는 작업자의 개재없이도, 계속 데이터의 자동화된 분석이 가능하다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법을 좀더 상세히 설명하면 다음과 같다.

도 5는 본 발명을 구현하기 위한 반도체 제조용 증착설비의 배치형상을 개략적으로 도시한 개념도이다.

이에 도시된 바와 같이, 호스트(1)에는 계속설비 서버(6)를 통해 계속설비(4)로부터 업로드되는 계속 데이터를 자동 분석하는 연산모듈(20)이 구비된다. 이에 따라, 계속 데이터는 연산모듈(20)에 의해 신속히 연산 처리된다.

이러한 연산 후에 호스트(1)는 산출된 보정 데이터를 증착설비 서버(5)를 통해 증착설비(3)로 다운로드 함으로써, 증착설비(3)의 공정조건이 적절한 값으로 재 설정되도록 하고, 증착설비(3)는 이러한 재 설정

공정조건에 따라, 적절한 막증착 공정을 진행함으로써, 차기 투입되는 로트들부터는 균일한 막증착이 이루어질 수 있도록 한다.

한편, 도 6은 본 발명에 따른 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법을 순차적으로 도시한 순서도이고, 도 7은 본 발명의 제 2 단계를 순차적으로 도시한 순서도이다. 또한 도 8은 본 발명에 따른 로트의 투입위치별 막두께 분포를 개략적으로 도시한 그래프이고, 도 9는 본 발명에 따른 로트의 배치 단위별 평균 막두께 분포를 개략적으로 도시한 그래프이다.

도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법은 배치단위로 투입되어 증착공정을 종료한 제 1 로트들의 막두께 계속 데이터를 수신받고, 증착공정에 설정된 공정 조건 데이터를 셋치하는 단계 S10와, 막두께 계속 데이터 및 공정 조건 데이터를 근거로 보정 증착시간 및 보정 증착온도를 산출하는 단계 S20와, 보정 증착시간 및 보정 증착온도가 스펙내에 있는가의 여부를 판단하는 단계 S30와, 보정 증착시간 및 보정 증착온도가 스펙내에 없으면, 상술한 증착공정을 종료하고 특정의 작업자 조치를 수행하는 단계 S40와, 보정 증착시간 및 보정 증착온도가 스펙내에 있으면, 상술한 O/I PC(2)로 차기 증착공정이 진행될 제 2 로트들의 투입 신호가 입력되었는가의 여부를 판단하는 단계 S50와, 제 2 로트들의 투입 신호가 입력되었으면 O/I PC(2)를 통해 보정 증착시간 및 보정 증착온도를 디스플레이하는 단계 S60와, 상술한 O/I PC(2)로 작업자 수정 명령이 입력되었는가의 여부를 판단하는 제 7 단계 S70와, O/I PC(2)로 작업자 수정 명령이 입력되지 않았으면, 보정 증착시간 및 보정 증착온도를 증착설비(3)로 다운로드하는 제 8 단계 S80와, O/I PC(2)로 작업자 수정 명령이 입력되었으면, 일정한 작업자 수정 데이터를 입력 받은 후, 입력된 작업자 수정 데이터를 증착설비(3)로 다운로드하는 단계 S90를 포함한다.

이하, 이러한 본 발명의 각 단계를 상세히 설명한다.

먼저, 계속설비(4)는 배치단위를 이루어 증착설비(3)로 투입된 후 막증착 공정이 완료된 제 1 로트들의 막두께를 계속한 후, 이와 같이 계속된 막두께 계속 데이터를 계속설비(4) 서버를 통해 호스트(1)로 업로드한다. 이에 따라, 호스트(1)의 데이터 베이스에는 제 1 로트들의 막두께 분포가 적절히 저장된다.

이어서, 호스트(1)는 자신의 데이터 베이스 영역을 셋치하여 제 1 로트들이 수행받은 증착공정의 공정 조건을 담은 공정 조건 데이터를 파악한 후 상술한 막두께 계속 데이터 및 공정 조건 데이터를 연산모듈(20)로 전송한다. 이에 따라, 연산모듈(20)은 막두께 계속 데이터 및 공정 조건 데이터를 신속히 수신하여 그 내용을 파악한다(단계 S10).

이때, 편의상 연산모듈(20)이 파악한 막두께 계속 데이터 및 공정 조건 데이터는 후술하는 <표 1>과 같다고 가정한다.

또한, 상술한 제 1 로트들은 <표 1>의 배치 3에 포함되어 설비에 투입된 것으로 가정하며, 본 발명의 연산 이후에 투입될 제 2 로트들은 <표 1>의 배치 4에 포함되어 증착설비(3)에 투입되는 것으로 가정한다.

[표 1]

	배치 1	배치 2	배치 3	배치 4
증착온도 (설비 상부)	620℃	625℃	630℃	?
평균막두께 (설비 중앙부)	1010 Å	1020 Å	1030 Å	?
평균막두께 (설비 상부)	970 Å	980 Å	990 Å	?
증착시간	110sec	120sec	130sec	?

이어서, 보정 증착시간 및 보정 증착온도를 산출하는 본 발명의 단계 S20가 진행된다.

이때, 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 단계 S20는 막두께 계속 데이터를 가공한 후, 막두께 계속 데이터의 평균값이 당해 목표값과 일치하는가의 여부를 판단하는 단계 S21, S22와, 막두께 계속 데이터의 평균값이 당해 목표값과 일치하지 않으면 후술하는 제 1 계산식을 통해 보정 증착시간을 산출하는 단계 S23와, 막두께 계속 데이터 값 중 상술한 증착설비(3)의 소정부에 투입된 제 1 로트들로부터 취득한 데이터의 값이 스펙내에 있는가의 여부를 판단하는 단계 S24와, 막두께 계속 데이터 값 중 증착설비(3)의 소정부에 투입된 제 1 로트들로부터 취득한 데이터의 값이 스펙내에 없으면 후술하는 제 2 계산식을 통해 보정 증착온도를 산출하는 단계 S25와, 막두께 계속 데이터 값 중 증착설비(3)의 소정부에 투입된 제 1 로트들로부터 취득한 데이터의 값이 스펙내에 있으면, 공정 조건 데이터를 유지·저장하는 단계 S26를 포함한다.

이때, 편의상 후술하는 설명에서, 당해 막두께 목표값은 1000 Å인 것으로 가정하고, 데이터의 신뢰 가치  $\sigma$ 는 0.6인 것으로 가정하며, 제 1 로트들의 증착속도 상수  $DR1$ 은 4인 것으로 가정한다.

이하, 이러한 본 발명의 단계 S20를 상세히 설명한다.

먼저, 연산모듈(20)은 상술한 과정을 통해 파악된 제 1 로트들의 막두께 계속 데이터들을 가공하여 이들 중 유의한 범위에 있는 것들을 취합한다(단계 S21).

이어서, 연산모듈(20)은 증착설비(3)의 중앙부A에 투입된 제 1 로트들로부터 취득한 막두께 계속 데이터의 평균값이 당해 목표값과 일치하는가의 여부를 판단한다(단계 S22).

이때, 증착설비(3)의 중앙부에 투입된 제 1 로트들로부터 취득한 막두께 계속 데이터의 평균값이 당해 목표값, 1000Å과 일치하면, 연산모듈(20)은 상술한 공정 조건 데이터의 증착시간이 적절한 것으로 판정하고, 플로우를 후술하는 단계 S24로 진행한다.

그러나, 반면에, 증착설비(3)의 중앙부에 투입된 제 1 로트들로부터 취득한 막두께 계속 데이터의 평균값이 <표 1>에 제시된 바와 같이, 1030Å으로 당해 목표값, 1000Å과 일치하지 않으면 연산모듈(20)은 후술하는 제 1 계산식을 통해 보정 증착시간을 산출한다(단계 S23).

이때, 본 발명의 특징에 따르면, 제 1 계산식은 후술하는 <수학식 1>로 표현된다.

$$DT = DT1\alpha + DT2s(1-\alpha)$$

(여기서,  $DT$ 는 보정 증착시간,  $DT1$ 은 제 1 로트들의 목표 증착시간,  $DT2$ 는 이전 공정의 증착시간,  $\alpha$ 는 신뢰 가중치)

여기서, 바람직하게, 상술한  $DT1$ 은 후술하는 <수학식 2>로 표현된다.

$$DT1 = DT3 - \frac{I1 - I2}{DR1}$$

(여기서,  $DT3$ 는 제 1 로트들의 실 진행 증착시간,  $I1$ 은 증착설비(3)의 중앙부에 투입된 제 1 로트들의 평균 막두께,  $I2$ 는 제 1 로트들의 목표 막두께,  $DR1$ 은 제 1 로트들의 증착속도 상수)

이하, 이러한 <수학식 1>, <수학식 2>를 참조하여 본 발명의 제 2 단계의 연산에 의한 보정 증착시간 산출과정을 설명한다. 이때, 각 수학식에 대입되는 수치는 상술한 바와 같이, <표 1>에 제시된 값을 근거로 한다.

먼저, 연산모듈(20)은 <수학식 2>를 통해  $DT1$ 의 값을 산출한다. 이에 따라, 제 1 로트들의 실 진행 증착시간  $DT3$ 에는 <표 1>에 제시된 130sec가 대입되고, 제 1 로트들의 평균 막두께  $I1$ 에는 <표 1>에 제시된 1030Å이 대입되며, 제 1 로트들의 목표 막두께  $I2$ 에는 1000Å이 대입되고,  $DR1$ 에는 상술한 상수 4가 대입된다.

이러한 <수학식 2>의 연산결과,  $DT1$ 은  $130 - \{(1030 - 1000) / 4\} = 122.5\text{sec}$ 로 산출된다.

이어서, 연산모듈(20)은 <수학식 1>을 통해 본 발명의 제 2 단계에서 얻고자하는 보정 증착시간  $DT$ 를 산출한다. 이에 따라, <수학식 1>의  $DT1$ 에는 상술한 연산에서 산출된 122.5가 대입되고,  $\alpha$ 에는 0.6이 대입되며,  $DT2$ 에는 <표 1>에 제시된 배치 2의 120이 대입된다.

이때, 데이터의 신뢰 가중치  $\alpha$ 는 취득된 데이터의 신뢰비율을 나타내는 바, 만약,  $\alpha$ 의 값을 0.6으로 할 경우, 본 발명의 연산에서는  $DT1$ 의 데이터 값 122.5를 60% 신뢰할 것임을 의미한다.

한편, 이러한 <수학식 1>의 연산결과, 본 발명의 제 2 단계에서 얻고자 하는 보정 증착시간  $DT$ 는  $(122.5 \times 0.6) + (120 \times 0.4) = 121.5\text{sec}$ 로 적절히 산출된다.

이때, 본 발명의 연산에서 산출된 보정 증착시간  $DT$ 가 증착설비(3)로 다운로드될 경우, 증착설비(3)는 증착시간을 121.5sec로 재 산정하여 차기의 증착공정을 진행하게 되고, 그 결과, 각 배치간의 전체적인 평균 막두께 분포는 도 8에 도시된 바와 같이, 목표 막두께인 1000Å에 밀집하게 된다.

이어서, 연산모듈(20)은 상술한 증착설비(3)의 상부부, 예컨대, 상부부에 투입된 제 1 로트들로부터 취득한 막두께 계속 데이터의 값이 당해 지정된 스펙, 예컨대, 1100Å ~ 995Å내에 없는가의 여부를 판단한다(단계 S24).

이때, 증착설비(3)의 상부부에 투입된 제 1 로트들로부터 취득한 막두께 계속 데이터의 값이 스펙내에 있으면, 연산모듈(20)은 상술한 공정 조건 데이터의 증착온도가 적절한 것으로 판정하고, 공정 조건 데이터를 유지·저장한다(단계 S26).

그러나, 반면에, 증착설비(3)의 상부부에 투입된 제 1 로트들로부터 취득한 막두께 계속 데이터의 값이 <표 1>에 제시된 990Å으로 상술한 스펙 1100Å ~ 995Å내에 없으면 후술하는 연산모듈(20)은 후술하는 제 2 계산식을 통해 보정 증착온도를 적절히 산출한다(단계 S25).

이때, 본 발명의 특징에 따르면, 제 2 계산식은 후술하는 <수학식 3>으로 표현된다.

$$DX = DX1q \times DX2$$

(여기서,  $DX$ 는 보정 증착온도,  $DX1$ 은 증착설비(3)의 상부에 투입된 제 1 로트들에 진행된 증착온도,  $\times DX2$ 는 보정 증착온도 변위)

여기서, 바람직하게, 상술한  $x_{DX2}$ 는 후술하는 <수학식 4>로 표현된다.

$$x_{DX2} = x/3 / (DR2 \cdot q \cdot M)$$

(여기서,  $x/3$ 는 증착설비(3)의 중앙부 및 증착설비(3)의 상부에 투입된 제 1 로트들의 막두께 차,  $DR2$ 는 각 배치의 1℃당 막 증착속도,  $M$ 은  $DR2$ 의 변화 기울기)

이때, 바람직하게, 상술한  $M$ 은 <수학식 5>로 표현된다.

$$M = \frac{\sum_{i=n-1}^n Q \cdot m(i)}{n}$$

(여기서,  $m$ 은 각 배치간의 온도변화 및 두께변화의 비,  $n$ 은 제 1 로트들을 갖는 배치의 차수)

또한, 바람직하게, 상술한  $DR2$ 는 후술하는 <수학식 6>으로 표현된다.

$$DR2 = x/i / x/i$$

(여기서,  $x_i$ 는 각 배치간의 막두께 변화량 누적총합,  $x^*$ 는 각 배치간의 증착온도 변화량 누적총합)

이하, 이러한 <수학식 3>, <수학식 4>, <수학식 5>, <수학식 6>을 참조하여 본 발명의 제 2 단계의 연산에 의한 보정 증착온도 산출과정을 설명한다. 이때, 각 수학식에 대입되는 수치는 상술한 바와 마찬가지로, <표 1>에 제시된 값을 근거로 한다.

먼저, 연산모듈(20)은 <수학식 6>을 통해 각 배치의 1℃당 막 증착속도인  $DR2$  값을 산출한다. 이에 따라, 각 배치간의 막두께 변화량 누적총합  $x^*$ 에는 <표 1>에 제시된 바와 같이, 970Å 및 980Å의 변화량 10과 980Å 및 990Å의 변화량 10이 합을 이루어 대입되고, 증착온도 변화량 누적총합  $x^*$ 에는 <표 1>에 제시된 바와 같이, 620℃ 및 625℃의 변화량 5와 625℃ 및 630℃의 변화량 5가 합을 이루어 대입된다.

이러한, <수학식 6>의 연산결과,  $DR2$ 는  $(10+10)/(5+5)=2$ 로 산출된다.

이어서, 연산모듈(20)은 <수학식 5>를 통해 상술한  $DR2$ 의 변화 기울기인  $M$  값을 산출한다. 이때,  $n$ 은 제 1 로트들의 배치 차수를 명시하는 바, 상술한 바와 같이 제 1 로트들은 배치 3에 투입됨으로,  $n$ 은 3을 갖는다.

여기서, 상술한 <표 1>에 제시된 바에 따라,  $\frac{Q \cdot m(i)}{i-n-1}$ 은  $\frac{Q \cdot m(2)}{i-3-1}$  즉, 배치 3 이전의  $m$ 값들의 합으로 연산되며, 이에 따라, 배치 2 대비 배치 1의  $m$ 값  $(625-620)/(980-970)$  및 배치 3 대비 배치 2의  $m$ 값  $(630-625)/(990-980)$ 은 적절히 합해져,  $\frac{Q \cdot m(i)}{i-n-1}$ 에는  $5/10+5/10=1$ 이 대입된다.

이러한, <수학식 5>의 연산결과,  $M$ 은  $1/3=0.34$ 로 산출된다.

이어서, 연산모듈(20)은 <수학식 4>를 통해  $x_{DX2}$ 의 값을 산출한다. 이에 따라,  $x/3$ 에는 상술한 증착설비(3)의 중앙부A 및 증착설비(3)의 상부B에 투입된 제 1 로트들의 막두께 차, 즉,  $1030-990=40$ 이 대입되고,  $DR2$ 에는 상술한 <수학식 6>의 연산결과 산출된 2가 대입되며,  $M$ 에는 <수학식 5>의 연산결과 산출된 0.34가 대입된다.

이러한 <수학식 4>의 연산결과,  $x_{DX2}$ 는  $40/(2 \pm 0.34)=17.1$ 로 산출된다.

이어서, 연산모듈(20)은 <수학식 3>을 통해 본 발명의 제 2 단계에서 얻고자하는 보정 증착온도  $DX$ 를 산출한다. 이에 따라, <수학식 3>의  $DX1$ 에는 <표 1>에 제시된 바와 같이, 630이 대입되고,  $x_{DX2}$ 에는 상술한 <수학식 4>의 연산결과 산출된 17.1이 대입된다.

이러한 <수학식 3>의 연산결과, 본 발명의 제 2 단계에서 얻고자 하는 보정 증착온도  $DX$ 는  $630 \pm 17.1=647.1^\circ\text{C}$ 로 적절히 산출된다.

이때, 본 발명의 연산에서 산출된 보정 증착온도  $DX$ 가 증착설비(3)로 다운로드될 경우, 증착설비(3)는 자신의 상부에 투입된 로트들에 설정되는 증착온도를  $647.1^\circ\text{C}$ 로 재 산정하여 차기의 증착공정을 진행하게 되고, 그 결과, 증착설비(3)의 투입위치가 서로 다른 로트들의 전체적인 평균 막두께 분포는 도 9에 도시된 바와 같이, 목표 막두께인 1000Å에 밀집하여 균일하게 된다.

한편, 이러한 본 발명의 단계 S20 후에는 본 발명의 단계 S30가 진행된다.

먼저, 호스트(1)는 자신의 데이터 베이스 영역에 저장된 스펙값을 쉐치하여 연산모듈(20)을 통해 연산·산출된 보정 증착시간 및 보정 증착온도가 스펙내에 있는가의 여부를 판단한다(단계 S30).

이때, 상술한 보정 증착시간 및 보정 증착온도가 스펙내에 있지않으면, 호스트(1)는 연산모듈(20)이 잘못된 연산을 수행한 것으로 판정하고, 본 발명의 단계 S40를 진행하여 증착설비(3) 제어를 통해 공정을 출드시킨 후(단계 S41), 이러한 결과를 0/1 PC(2)를 통해 작업자에게 디스플레이한다. 이에 따라, 작업자는 문제해결을 위한 적절한 추후조치를 신속히 취할 수 있다(단계 S42).

그러나, 반면에, 상술한 보정 증착시간 및 보정 증착온도가 스펙내에 있으면, 호스트(1)는 연산모듈(20)이 정상적인 연산을 수행한 것으로 판정하고, 상술한 0/1 PC(2)로 차기의 증착공정이 진행될 제 2 로트들의 투입 신호가 입력되었는가의 여부를 판단한다(단계 S50).

이때, 제 2 로트들의 투입신호가 입력되지 않았으면, 호스트(1)는 아직 새로운 증착공정이 시작되지 않은 것으로 판정하고, 플로우를 상술한 단계 S10로 진행한다.

그러나, 반면에, 제 2 로트들의 투입 신호가 입력되었으면 호스트(1)는 새로운 증착공정이 시작되는 것으로 판정하고, 0/1 PC(2)를 통해 보정 증착시간 및 보정 증착온도를 디스플레이한다(단계 S60). 이에 따라, 작업자는 호스트(1)에 의해 연산·산출된 보정 증착시간 및 보정 증착온도를 적절히 관측하여 이를 차기 공정의 제 2 로트들에 적용할 것인지의 여부를 판정할 수 있다.

계속해서, 호스트(1)는 상술한 0/1 PC(2)로 작업자 수정 명령이 입력되었는가의 여부를 판단한다(단계 S70).

이때, 0/1 PC(2)로 작업자 수정 명령이 입력되지 않았으면, 호스트(1)는 연산모듈(20)에 의해 산출된 보정 증착시간 및 보정 증착온도가 차기의 공정에 적용되는 것으로 판정하고 이를 증착설비(3)로 다운로드한다(단계 S80). 이에 따라, 증착설비(3)는 증착시간을 121.5sec로 재 산정함과 아울러 증착온도를 647.1℃로 재 산정하여 차기의 증착공정을 신속히 진행하게 된다.

그러나, 반면에, 0/1 PC(2)로 작업자 수정 명령이 입력되었으면, 호스트(1)는 연산모듈(20)에 의해 산출된 보정 증착시간 및 보정 증착온도가 차기의 공정에 적용되지 않는 것으로 판정하고, 작업자에 의해 새로이 입력되는 수정 증착시간 및 수정 증착온도를 입력받아 이를 증착설비(3)로 신속히 다운로드한다(단계 S90). 이에 따라, 증착설비(3)는 작업자에 의해 입력된 수정 증착시간 및 수정 증착온도에 따라 증착시간 및 증착온도를 재 산정하여 차기의 증착공정을 진행하게 되고, 그 결과, 본 발명은 적절히 완수된다.

이와 같이, 본 발명에서는 호스트에 연산기능이 부여된 연산모듈을 구비하고, 이를 통해, 신속·정확한 계측 데이터 분석이 달성되도록 함으로써, 예측하지 못한 공정사고의 발생을 미연에 방지할 수 있다.

이러한 본 발명은 단지 상술한 증착설비에 국한되지 않으며 생산라인에 배치되어 소정의 관리를 필요로 하는 모든 반도체 제조 설비에서 두루 유용한 효과를 나타낸다.

그리고, 본 발명의 특정한 실시예가 설명 및 도시되었지만 본 발명이 당업자에 의해 다양하게 변형되어 실시될 가능성이 있는 것은 자명한 일이다.

이와 같은 변형된 실시예들은 본 발명의 기술적사상이나 관점으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안되며 이와 같은 변형된 실시예들은 본 발명의 첨부된 특허청구의 범위안에 속한다 해야 할 것이다.

#### 발명의 효과

이상에서 상세히 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법에서는 호스트에 소정의 연산 기능을 갖는 연산 모듈을 구비하여 이에 적절한 연산 법칙을 부여한 후, 이를 통해, 계측 데이터의 정확한 분석이 이루어지도록 함으로써, 첫째, 예측하지 못한 공정사고를 미연에 방지할 수 있고, 둘째, 데이터 분석의 일관성을 달성할 수 있으며, 셋째, 작업자의 업무 부담을 현저히 저감시킬 수 있다.

#### (57) 청구의 범위

청구항 1. 배치단위로 투입되어 증착공정이 종료된 제 1 로트들의 막두께 계측 데이터를 수신받고, 상기 증착공정에 설정된 공정 조건 데이터를 쉐치하는 단계와;

상기 막두께 계측 데이터 및 상기 공정 조건 데이터를 근거로 소정의 보정 증착시간 및 보정 증착온도를 산출하는 단계와;

상기 보정 증착시간 및 상기 보정 증착온도가 스펙내에 있는가의 여부를 판단하는 단계와;

상기 보정 증착시간 및 상기 보정 증착온도가 스펙내에 있으면, 차기 증착공정이 진행될 제 2 로트들의 투입 신호가 입력되었는가의 여부를 판단하는 단계와;

상기 제 2 로트들의 투입 신호가 입력되지 않았으면, 상기 공정 조건 데이터를 쉐치하는 단계로 진행하고, 상기 제 2 로트들의 투입 신호가 입력되었으면, 상기 보정 증착시간 및 상기 보정 증착온도를 디스플레이하는 단계와;

소정의 작업자 수정 명령이 입력되었는가의 여부를 판단하는 단계와;

상기 작업자 수정 명령이 입력되었으면, 소정의 작업자 수정 데이터를 입력 받은 후, 상기 작업자 수정 데이터를 상기 증착설비로 다운로드하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법.

청구항 2. 제 1 항에 있어서, 상기 보정 증착시간 및 상기 보정 증착온도가 스펙내에 있는가의 여부를

판단한 결과, 상기 보정 증착시간 및 상기 보정 증착온도가 스펙내에 없으면, 상기 증착공정을 홀드하고 소정의 작업자 조치를 수행받는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법.

**청구항 3.** 제 1 항에 있어서, 상기 작업자 수정 명령이 입력되었는가의 여부를 판단한 결과, 상기 작업자 수정 명령이 입력되지 않았으면, 상기 보정 증착시간 및 상기 보정 증착온도를 증착설비로 다운로드하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법.

**청구항 4.** 제 1 항에 있어서, 상기 보정 증착시간 및 상기 보정 증착온도를 산출하는 단계는, 상기 막두께 계속 데이터의 평균값이 소정의 목표값과 일치하는가의 여부를 판단하는 단계와;

상기 막두께 계속 데이터의 평균값이 상기 목표값과 일치하지 않으면 소정의 제 1 계산식을 통해 상기 보정 증착시간을 산출하는 단계와;

상기 막두께 계속 데이터 중 상기 증착설비의 소정부에 투입된 상기 제 1 로트들로부터 취득한 데이터의 값이 스펙내에 있는가의 여부를 판단하는 단계와;

상기 제 1 로트들로부터 취득한 데이터의 값이 스펙내에 없으면 소정의 제 2 계산식을 통해 상기 보정 증착온도를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법.

**청구항 5.** 제 4 항에 있어서, 상기 제 1 로트들로부터 취득한 데이터의 값이 스펙내에 있으면, 상기 공정 조건 데이터를 유지·저장하는 단계가 더 포함되는 것을 특징으로 하는 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법.

**청구항 6.** 제 4 항에 있어서, 상기 막두께 계속 데이터의 평균값이 상기 목표값과 일치하면 상기 제 1 로트들로부터 취득한 데이터의 값이 스펙내에 있는가의 여부를 판단하는 단계로 진행하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법.

**청구항 7.** 제 4 항에 있어서, 상기 제 1 계산식은 하기와 같은 것을 특징으로 하는 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법.

$$DT = DT1\alpha + DT2(1-\alpha)$$

(여기서,  $DT$ 는 보정 증착시간,  $DT1$ 은 제 1 로트들의 목표 증착시간,  $DT2$ 는 이전 공정의 증착시간,  $\alpha$ 는 신뢰 가중치)

**청구항 8.** 제 7 항에 있어서, 상기  $DT1$ 은 하기와 같은 것을 특징으로 하는 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법.

$$DT1 = DT3 - \frac{t1 - t2}{DR1}$$

(여기서,  $DT3$ 는 제 1 로트들의 실 진행 증착시간,  $t1$ 은 증착설비의 중앙부에 투입된 제 1 로트들의 평균 막두께,  $t2$ 는 제 1 로트들의 목표 막두께,  $DR1$ 은 제 1 로트들의 증착속도 상수)

**청구항 9.** 제 4 항에 있어서, 상기 제 2 계산식은 하기와 같은 것을 특징으로 하는 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법.

$$DX = DX1q \times DX2$$

(여기서,  $DX$ 는 보정 증착온도,  $DX1$ 은 증착설비의 소정부에 투입된 제 1 로트들에 진행된 증착온도,  $\frac{1}{q}DX2$ 는 보정 증착온도 변위)

**청구항 10.** 제 9 항에 있어서, 상기  $\frac{1}{q}DX2$ 는 하기와 같은 것을 특징으로 하는 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법.

$$\frac{1}{q}DX2 = x/3 / (DR2qM)$$

(여기서,  $x/3$ 는 증착설비의 중앙부 및 증착설비의 소정부에 투입된 제 1 로트들의 막두께 차,  $DR2$ 는 각 배치의 1°C당 막 증착속도,  $M$ 은  $DR2$ 의 변화 기울기)

**청구항 11.** 제 10 항에 있어서, 상기  $M$ 은 하기와 같은 것을 특징으로 하는 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법.

$$M = \frac{\sum_{i=m-1}^n m(i)}{n}$$

(여기서,  $m$ 은 각 배치간의 온도변화 및 두께변화의 비,  $n$ 은 제 1 로트들을 갖는 배치의 차수)



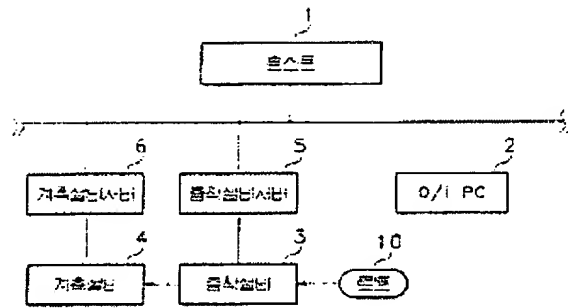
청구항 12. 제 10 항에 있어서, 상기  $DR2$  는 하기와 같은 것을 특징으로 하는 반도체 제조용 증착설비의 막두께 조절방법.

$$DR2 = x_i / x_j$$

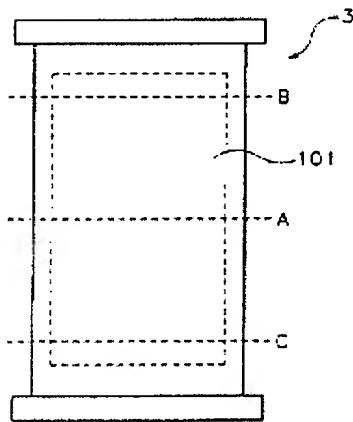
(여기서,  $x_i$  는 각 배치간의 막두께 변화량 누적총합,  $x_j$  는 각 배치간의 증착온도 변화량 누적총합)

도면

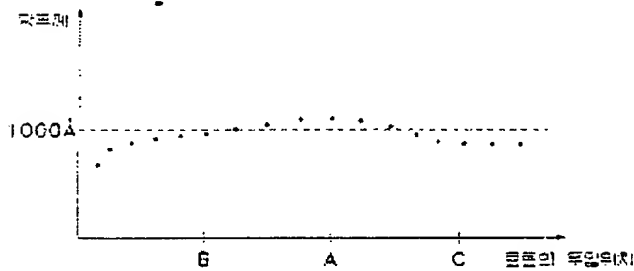
도면1



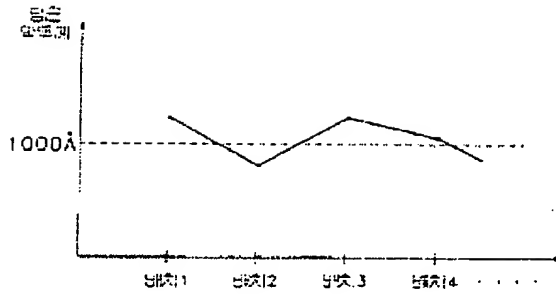
도면2



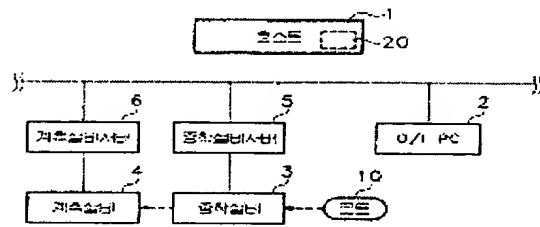
도면3



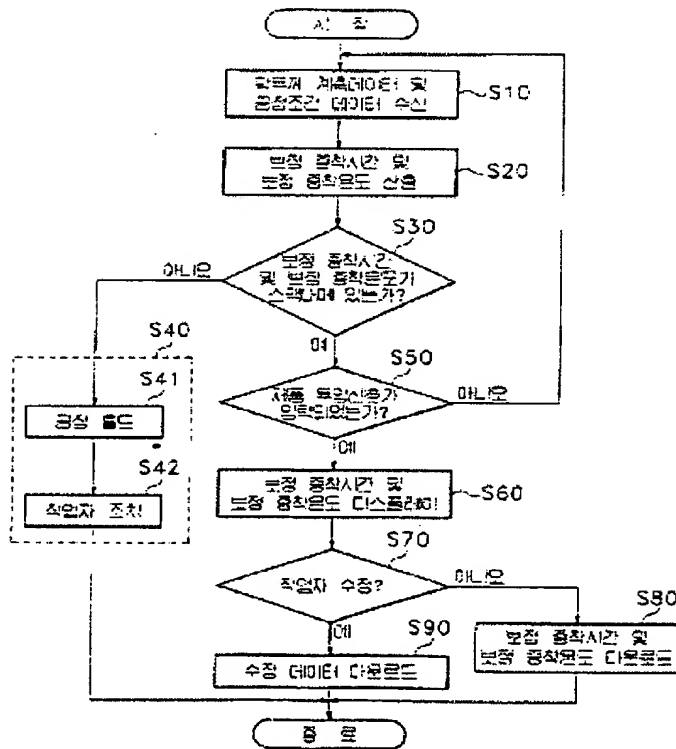
도 24



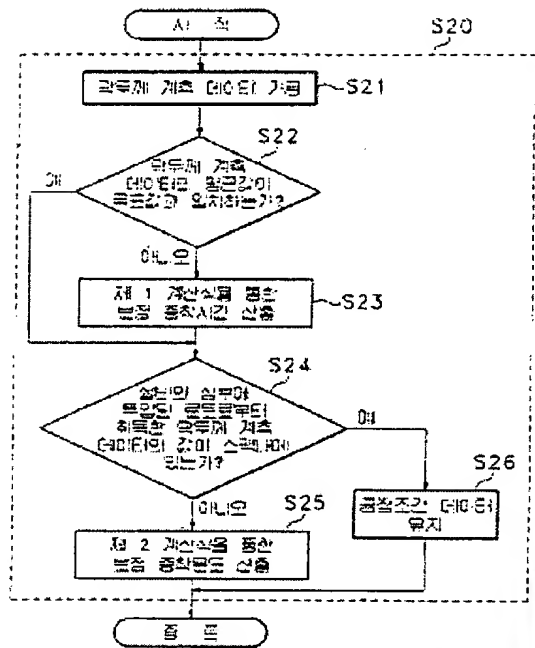
도 25



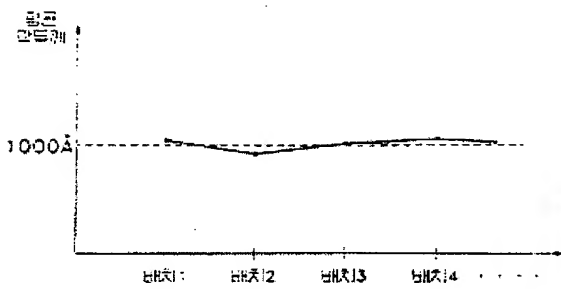
도 26



도 17



도 18



도 19

